

## Повышение коэффициента извлечения нефти (КИН)

В Компании успешно внедряются технологии для повышения КИН и поддержания уровней базовой добычи:

- ▶ применение технологий, направленных на вовлечение в разработку ранее не дренируемых запасов ( $K_{\text{охвата}}$ );
- ▶ применение технологий, направленных на увеличение эффективности вытеснения из гидрофобных коллекторов ( $K_{\text{выт}}$ );
- ▶ подбор технологий для эффективного вовлечения в разработку ранее не рентабельных запасов.

Положительная динамика добычи обеспечивается за счет реализации следующих мероприятий:

- ▶ оптимизация системы ППД на терригенных коллекторах месторождения Белый Тигр;

- ▶ программа ГРП на шельфе СРВ;
- ▶ высокоэффективные геолого-технические мероприятия (ГТМ) на базовых месторождениях;
- ▶ применение полимерных композиций на месторождениях ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» и ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-ДОБЫЧА ХАРЬЯГА»;
- ▶ планомерная и эффективная работа с разбалансированными залежами в Урало-Поволжском регионе.

### Применение методов увеличения нефтеотдачи. Проект Smartflooding

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАВОДНЕНИЯ И МУН

Комплексный проект

АО «Зарубежнефть» ведет активную работу по повышению текущей эффективности действующих активов и конечного коэффициента нефтеотдачи на них

## SMARTFLOODING

### Четыре ключевых направления проекта SMARTFLOODING

#### IV этап

##### Цифровой керн –

##### создание сложных инструментов прогнозирования

- ▶ ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-ДОБЫЧА ХАРЬЯГА»
- ▶ ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

#### III этап

##### SWCTT по ПАВ-полимерному воздействию ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

- ▶ ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-ДОБЫЧА ХАРЬЯГА»
- ▶ ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

#### II этап

##### Потокоотклоняющие технологии и БРИП

- ▶ ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»
- ▶ ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-ДОБЫЧА ХАРЬЯГА»

#### I этап

##### Оптимизация системы заводнения

- ▶ ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»

Повышение КИН на 5 % только по российским действующим активам позволило бы АО «Зарубежнефть» обеспечить прирост извлекаемых запасов более чем на 15 млн т.

Для фокусирования усилий Компании на данном направлении инициирован и реализуется проект SmartFlooding, который направлен на повышение КИН действующих активов за счет, как уже говорилось выше, совершенствования технологий, направленных на вовлечение в разработку ранее не дренируемых запасов ( $K_{\text{охлажда}}$ ), и технологий, направленных на увеличение эффективности вытеснения нефти из гидрофобных карбонатных коллекторов ( $K_{\text{выт}}$ ).

*Необходимость разработки сложных гидрофобных карбонатных коллекторов ставит перед Компанией задачи поиска эффективных инновационных решений по увеличению нефтеотдачи.*

### Задачи комплексного ключевого проекта SmartFlooding

- ▶ Повышение эффективности вторичных методов увеличения нефтеотдачи (МУН) за счет разработки и внедрения новых подходов к организации и мониторингу системы ППД.
- ▶ Увеличение КИН на 5–10 % за счет МУН по карбонатным активам.
- ▶ Планирование научно-исследовательских работ (НИР) и ОПР в области МУН в периметре Группы компаний «Зарубежнефть».
- ▶ Развитие технологических процессов планирования МУН.
- ▶ Совершенствование бизнес-процессов организации НИР в области МУН, направленных на сокращение сроков НИР.
- ▶ Развитие компетенций специалистов в области современных МУН.

В Компании уже есть пример успешного применения технологий МУН. В частности, на Харьягинском месторождении применяются потокоотклоняющие технологии, исторически реализуется программа закачки ионно-модифицированной воды. В ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» проводятся ОПР по тестированию инновационных технологий потокоотклонения, селективной изоляции и впервые в России проведен химический трассерный тест по определению эффективности ПАВ.

### Ключевые результаты 2020 года по применению МУН

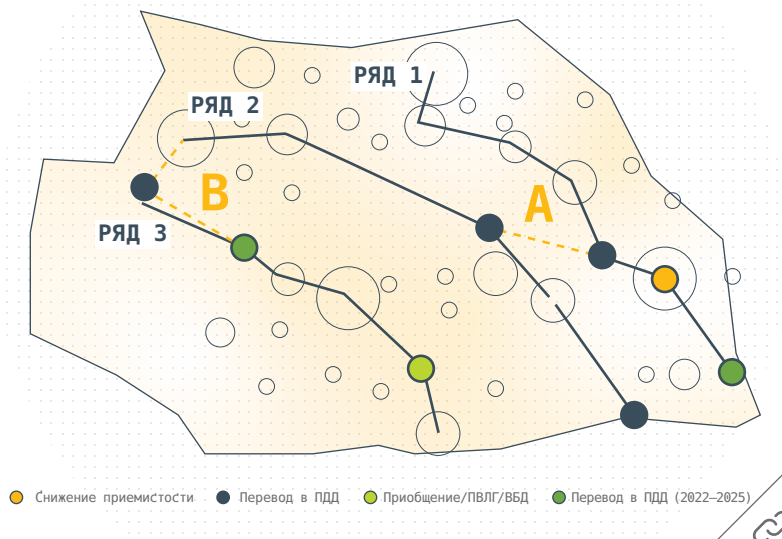
- ▶ Выполнена закачка потокоотклоняющих составов в четыре скважины на Харьягинском месторождении (дополнительная добыча с начала использования технологии – более 200 тыс. т);
- ▶ проведены ОПР по изоляции подошвенных вод на Западно-Хоседаюском месторождении (общая дополнительная добыча с 2019 года составила более 12 тыс. т);
- ▶ методом химических трассеров проведены исследования эффективности ПАВ – полимерной композиции на одиночной скважине на Харьягинском месторождении (в пластовых условиях получен коэффициент довытеснения химической композицией 17 %, что соответствует результатам лабораторных исследований);
- ▶ стартовали ОПР по изучению эффективности воздействия низкоминерализованной воды на Висовом и Харьягинском месторождениях;
- ▶ завершены лабораторные исследования по выбору ПАВ – полимерной композиции для условий терригенных месторождений Блока 09-1 в СП «Вьетсовпетро».

## Ключевые результаты 2020 года

### Оптимизация заводнения

**~1,5** раза

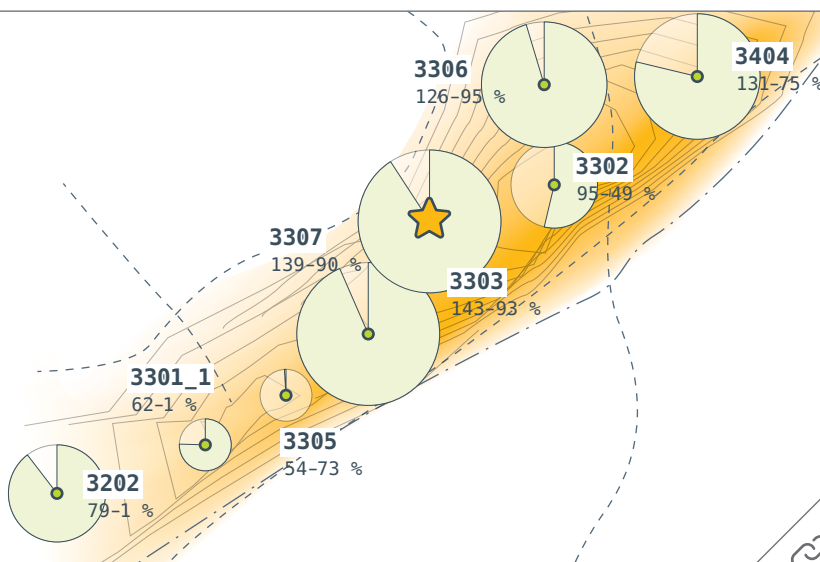
снижение темпов падения базовой добычи с 2017 года за счет эффективной работы с обводненностью без дополнительного бурения



### ПОТ и БРИП

**~250** тыс. т

за счет успешного применения инновационных технологий потокоотклонения на месторождениях РВП



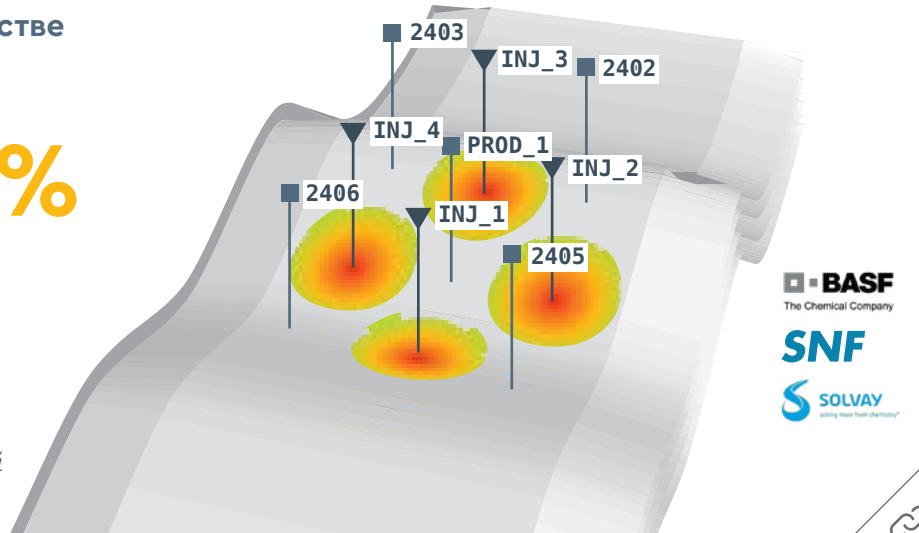
### МУН в партнерстве

**+5-10 %**

увеличение КИН

**~1** млрд руб.

NPV от закачки химических композиций



## Технология увеличения нефтеотдачи месторождений высоковязких нефтей методом каталитического акватермализа. Проект «Энтальпия»

Для АО «Зарубежнефть» внедрение современных тепловых методов увеличения нефтеотдачи на базе инновационных технологий становится приоритетной задачей, поскольку Компания имеет залежи природных битумов со сложными геолого-физическими условиями на месторождении Бока де Харуко на Кубе. Разработка инновационных решений в области тепловых МУН позволит Компании обеспечить конкурентные преимущества при разработке месторождений высоковязкой, сверхвязкой нефти и битумов.

С 2015 года Компания осуществляет опытно-промышленные работы с применением тепловых МУН

для добычи природного битума из пласта М месторождения Бока де Харуко. Месторождение находится в Северо-Кубинском поясе тяжелых нефтей в 37 км от Гаваны. Трещиноватый карбонатный пласт М имеет региональное распространение, ресурсы нефти очень велики (3,7 млрд т) и относятся к категории трудно-извлекаемых из-за высокой вязкости нефти. Вязкость нефти пласта М – более 35 тыс. сП при 36 °С в начальных пластовых условиях и более 50 тыс. сП в стандартных условиях – одна из самых высоких в мире среди разрабатываемых месторождений природных битумов. Плотность нефти составляет 1,027 г/см<sup>3</sup> (6 °API).

Несмотря на то что по всему миру в карбонатных пластах сосредоточены значительные запасы битума, опытно-промышленные работы АО «Зарубежнефть» являются единственным в мире действующим пилотным проектом по добыче природного битума из таких пластов. Ряд опытно-промышленных работ в Канаде, в которых проверялась возможность добычи битума из карбонатов традиционными тепловыми методами, закончились неудачей.

### ■ МУН ЗА СЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

#### Проект «Бока де Харуко» в Республике Куба

Комплексный проект

## «ЭНТАЛЬПИЯ»

#### Запасы и ресурсы нефти

**~195** млн т

геологические запасы природного битума на контрактной территории

**722** млн т

ресурсы природного битума на контрактной территории

В верхней части разреза встречены породы с битуминозным насыщением, имеющим большой потенциал (ранее не изучены)



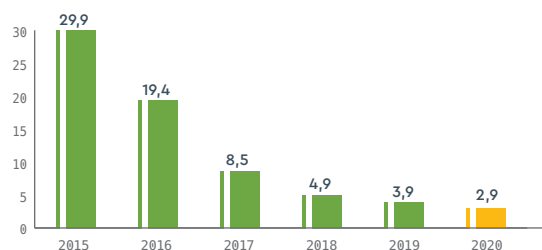
Фото керна, полученного в результате исследования 1-й эксплуатационной скважины

## Уникальные технологии

- ▶ Извлечение сверхвязкой нефти паротепловыми методами
- ▶ Каталитический акватермолиз – внутрипластовое облагораживание нефти
- ▶ Оптоволоконная система термометрии
- ▶ Пароциклические обработки скважин через добывающий насос

## ДИНАМИКА ПАРОНЕФТЯНОГО ФАКТОРА,

т пара на 1 т нефти



**-50 %**

снижение вязкости  
нефти

**-30 %**

снижение  
молекулярной  
массы смол

**x3**

раза снижение  
асфальтенов

**+14 %**

выход легких фракций  
при атмосферной  
разгонке

Пробурено три новых горизонтальных скважины на основной битуминозный пласт М на глубине 600 м.

Для опробования нового пласта на глубине 250 м пробурена дополнительная 4-я скважина. После парообработки пласта получен фонтанный приток битума.



## Дальнейшие шаги по проекту

**190** млн евро  
инвестиций в проект

**57** скважин  
проектный фонд

**3,7** млн т  
добыча нефти

### Перспектива

В случае получения положительного результата при бурении скважин перспектива освоения ресурсов нефти на территории Северной Кубы – выполняемая задача в обозримом будущем. При этом необходимо найти отраслевое решение по использованию добываемой нефти.



## ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА «ЭНТАЛЬПИЯ»:

- ▶ достижение целевых уровней добычи по месторождению Бока де Харуко;
- ▶ развитие технологий моделирования и проектирования ПЦО/SAGD;
- ▶ развитие подходов к характеристике битумосодержащих пластов;
- ▶ отработка технологических процессов добычи и переработки битумов;
- ▶ разработка технологий мониторинга разработки тепловыми методами;
- ▶ развитие компетенций специалистов в области тепловых МУН.

АО «Зарубежнефть» совместно с Казанским (Приволжским) федеральным университетом проведены НИР по разработке технологии увеличения нефтеотдачи месторождений высоковязких нефтей методом каталитического акватермолиза. Технология позволяет интенсифицировать внутрипластовое облагораживание тяжелой нефти в процессе паротепловых обработок, что приведет к повышению качества добываемой нефти, снижению ее вязкости и в конечном счете к улучшению энергетической и экономической эффективности разработки месторождения Бока де Харуко (потенциально – других месторождений-аналогов в поясе тяжелых нефтей на Кубе и в других странах). 26 ноября 2019 года начаты опытно-промышленные испытания данной технологии на скважине БХ-3003, ОПР завершены в 2020 году.

За время работы в проекте за счет применения уникальных технологий и инновационных подходов Компанией были достигнуты высокие результаты:

- ▶ создана производственная инфраструктура для добычи нефти, закачки пара в пласт;
- ▶ впервые из пласта М получены притоки тяжелой нефти с пусковыми дебитами более 20 т/сут;
- ▶ паронефтяной фактор снизился в девять раз, достигнув значения 2,9 т пара / т нефти по единичной скважине;
- ▶ показатель EROI, который отражает энергетическую эффективность применяемой технологии через отношение полученной энергии к затраченной, по единичной скважине увеличился в пять раз, достигнув значения 5,1, что находится на уровне рентабельных проектов в мире. Прогнозируется продолжение роста EROI.

# 5,1

показатель EROI (энергетическая эффективность технологии) в проекте «Энтальпия», что находится на уровне рентабельных проектов в мире. Прогнозируется продолжение роста EROI

## Разработка технологий освоения низкопроницаемых и нетрадиционных коллекторов. Проект Tight Oil

Мировые тенденции последних десятилетий показывают, что нефтяные компании вводят в добычу активы с трудноизвлекаемыми запасами, сосредоточенными в низкопроницаемых коллекторах. Так называемая сланцевая революция в США позволила значительно нарастить добычу углеводородов (как нефти, так и газа) в Северной Америке и изменить мировой рынок добычи углеводородов. По ряду текущих оценок остаточные извлекаемые ресурсы в сланцах превышают 50 млрд т.

АО «Зарубежнефть», понимая всю важность данного явления, расширило в 2016 году свою ресурсную базу за счет нетрадиционных коллекторов приобретением Луцяхского месторождения. Остаточные извлекаемые запасы ачимовских отложений в Западной Сибири, числящиеся на государственном балансе Российской Федерации, превышают 2 млрд т, что при удачном вводе в эксплуатацию ачимовских отложений Луцяхского месторождения открывает широкие перспективы по увеличению ресурсной базы и добычи нефти Компанией.

АО «Зарубежнефть» входит в новые проекты с трудноизвлекаемыми запасами. Для эффективной разработки сложных запасов углеводородов в АО «Зарубежнефть» инициирован и активно реализуется комплексный инновационный проект Tight Oil. Стратегическая цель проекта заключается в выработке решений для повышения эффективности освоения низкопроницаемых коллекторов и в итоге увеличения их нефтеотдачи.

## ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА TIGHT OIL:

- ▶ снижение сроков строительства и стоимости горизонтальных скважин с МГРП (работа со ставками и стоимостью оборудования и материалов);
- ▶ удлинение горизонтального участка скважин до 2–3 км без существенного удорожания скважины;
- ▶ освоение оптимальных технологий ГРП для низкопроницаемых коллекторов (подбор оптимальных оборудования и материалов: дизайн, число стадий / кластеры, скорость закачки и др.);
- ▶ организация эффективной системы ППД с закачкой воды;
- ▶ адаптация третичных методов увеличения нефтеотдачи на основе закачки газов (УВ, азот, воздух) и их производных (Huff&Puff, пенные композиции);
- ▶ комплексное исследование коллекторов (керна, геологические исследования, геохимия, геомеханика, стандарты и т. д.);
- ▶ методология подбора схем принятия решений и прогнозирование добычи (стартовые дебиты, темпы падения, длина горизонтальной скважины, стадии ГРП, оптимальные схемы разработки и заканчивания, агенты воздействия на залежь и т. д.).

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ НИЗКОПРОНИЦАЕМЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Комплексный проект

# TIGHT OIL

### Усложнение конструкции скважин в маломощных зонах ЗНДХ<sup>1</sup> и РВП

Успешно пробурено  
в 2020 году:

**2**

горизонтальные  
скважины (ГС)  
в РВП и ЗНДХ

**1**

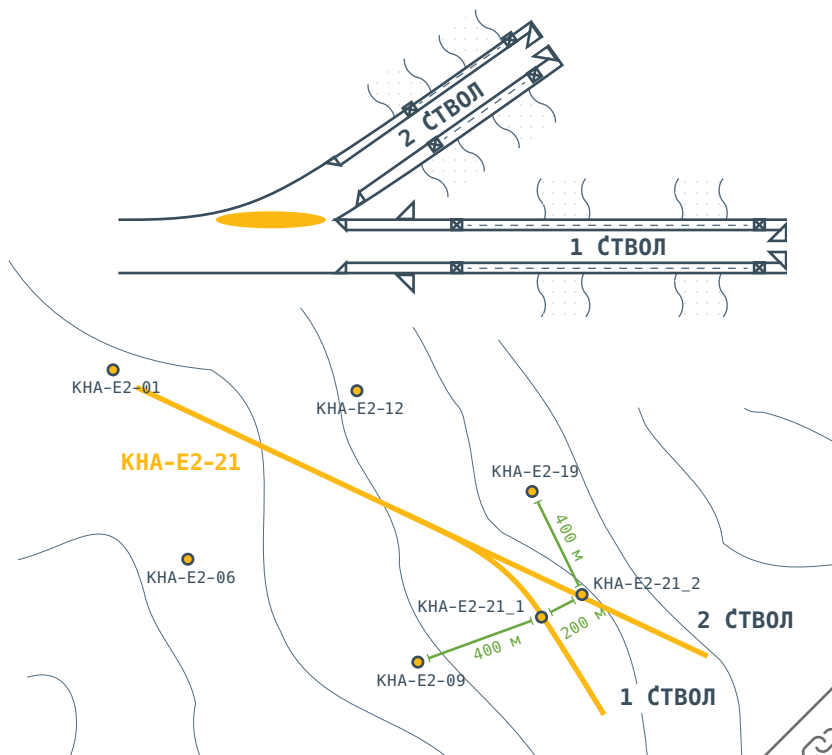
многозабойная  
скважина в ЗНДХ

**1**

ГС с МГРП в ЗНДХ

**≤17** млн т

потенциал вовлечения  
в разработку



### Разведка погруженных плотных пластов олигоцена на Блоке 09-1 с ГРП

Испытание с ГРП  
глубоких пластов

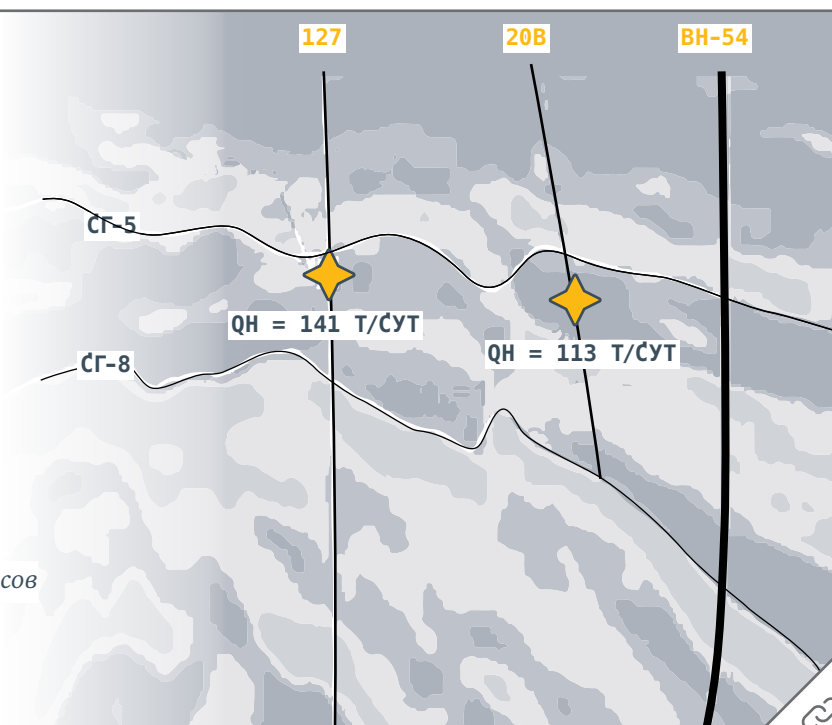
**>4** тыс. м

в разведочных скважинах  
БТ-54 и БТ-57

Ранее давали непромышленные  
притоки нефти,  
не стояли на балансе  
и не разрабатывались

**>5** млн т

потенциал прироста запасов



<sup>1</sup> ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-добыча Харьяга»



Подробная информация  
на сайте Компании

## Луцеляхское месторождение

**~7 млн т**

извлекаемых запасов

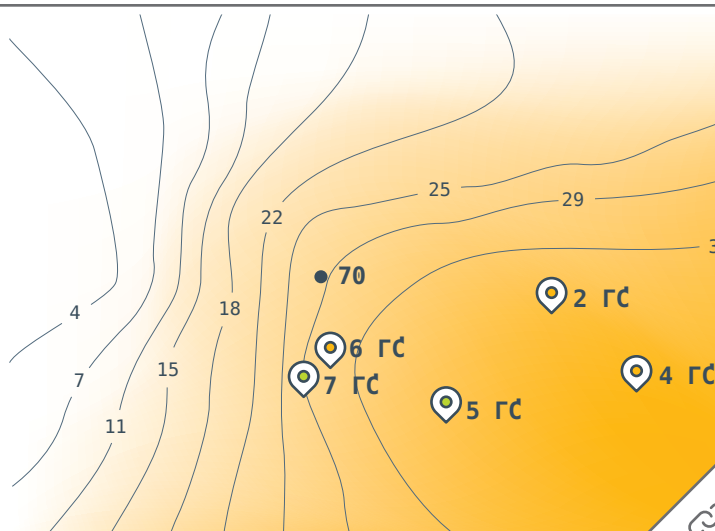
**4 млн м<sup>2</sup>**

площадь месторождения

**~0,1 мД**

проницаемость

- ▶ Трудноизвлекаемые запасы Ачимовских отложений
- ▶ Формирование пилотного участка – 2020–2021 годы



## Салымские участки № 3 и № 5

- ▶ Горизонтальная скважина с 15 стадиями ГРП
- ▶ Фонтанная добыча нефти



## Для достижения стратегических целей проекта Tight Oil в 2020 году велись работы по подпроектам:

- ▶ реализации и сопровождения ОПР на Луцеляхском месторождении;
- ▶ подбора и адаптации методики исследования низкопроницаемого керна;
- ▶ проектирования ГРП для условий Луцеляхского месторождения.

## Ключевые результаты 2020 года по проекту Tight Oil

- ▶ В 2020 году ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» пробурена первая горизонтальная скважина на низкопроницаемые маломощные отложения пласта D3fmIV. Скважина запущена с дебитом 50 т/сут. В 2021 году планируется бурение двух дополнительных горизонтальных скважин на данный объект с проведением ГРП. В случае получения успешных результатов на этапе ОПР подобранная технология позволит вовлечь в разработку более 15 млн т не разрабатываемых в настоящее время ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО» геологических запасов пласта D3fmIV.
- ▶ В ООО «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-добыча Харьяга» пробурена первая двухствольная скважина на краевую зону пласта D3fm с дебитом более 100 т/сут. Планируется тиражирование технологии в 2021 году.
- ▶ Впервые в АО «Зарубежнефть» пробурена горизонтальная скважина с проведением 15-стадийного ГРП на пласты с трудноизвлекаемыми запасами, получен фонтанный приток нефти, испытания продолжаются.
- ▶ Начато бурение участка ОПР на ачимовские отложения Луцеляхского месторождения (ЯНАО), характеризующиеся проницаемостью около 0,1 мД. Планируется пробурить четыре горизонтальные и одну наклонно направленную скважину. В рамках участка ОПР планируется подбор оптимальной технологии многостадийного ГРП и способов воздействия на пласт с целью повышения эффективности вытеснения нефти из низкопроницаемых пластов.
- ▶ Начата реализация НИОКР по созданию геомеханической модели Луцеляхского месторождения в целях оптимизации ГРП.
- ▶ Составлена и реализуется специализированная программа исследования низкопроницаемого керна, основанная на лучшем отечественном и зарубежном опыте.